

肠道菌群：蜜蜂的“防身教练”

■本报记者 李晨

“很多人以为蜜蜂蜇刺只是本能,但我们的研究发现,工蜂其实是‘记忆高手’——它们能在肠道菌群协助下记住危险信号,甚至传递预警信息。”中国农业科学院蜜蜂研究所(以下简称蜜蜂所)研究员刘永军告诉《中国科学报》,这项新研究揭开了社会性昆虫认知奥秘的一角。

近日,蜜蜂所资源昆虫保护创新团队与合作者在《自然-通讯》发表论文,首次揭示了肠道菌群通过调节多巴胺水平,影响西方蜜蜂工蜂在防御过程中形成的厌恶性学习与记忆能力。这不为理解蜜蜂社会行为提供了新视角,也为蜜蜂健康养殖和环境保护提供了潜在应用路径。

守卫蜂的“舍身”本能与“学习”能力

在蜂巢入口,守卫蜂时刻警惕着胡蜂、蜘蛛等天敌,一旦发现威胁,就会伸出螫针蜇刺入侵者,同时释放乙酸异戊酯等报警信息素来召唤同伴。这种伸针反应是蜜蜂的终极防御手段——因为螫针连接内脏,它们在蜇刺后便会死亡。伸针反应的“自我牺牲”行为能有效保护蜂群,是蜜蜂社会性的重要体现。

“这种‘自我牺牲’看似本能,实则充满智慧。”论文共同第一作者、蜜蜂所博士生封王江解释道。防御行为不仅是一种本能,更与学习记忆密切相关。在自然界中,工蜂,尤其是巢门守卫蜂会通过负面经历形成厌恶性学习记忆。

通过巴甫洛夫条件反射实验,该团队建立了行为范式:利用电击模拟威胁,可以诱发工蜂的伸针反应,随后训练工蜂将中性气味与电击配对。若工蜂学会将气味视为危险信号,仅气味刺激就能触发伸针反应,则反映了它们的厌恶性学习记忆能力。这种能力帮助蜜蜂灵活调整防御行为,平衡个体与群体的生存利益。

“就像人类被热水烫过后会避开开水壶,蜜蜂被天敌攻击后也能记住危险刺激的气味,未来主动规避。”封王江说。然而,蜜蜂这种条件反射式的厌恶性记忆能力是如何形成的?

“这项研究融合了科学好奇与现实关切。”刘永军说。一方面,蜜蜂是社会行为研究



蜜蜂伸针反应。

蜜蜂所供图

的经典模型,其防御行为存在一个有趣的现象:工蜂在蜇刺时表现出“舍身赴死”的刚性本能,却能通过学习记忆灵活调整攻击策略。这种可塑性背后的神经机制尚未明晰。

另一方面,近年来,研究发现肠道菌群可通过“肠-脑轴”影响宿主行为,如小鼠的焦虑、人类的学习能力,但昆虫的相关证据匮乏。

刘永军注意到,遭遇农药或寄生虫的蜂群常同时出现菌群失调和行为异常,这或许能成为研究蜜蜂厌恶性记忆能力的突破口。“我们好奇蜜蜂的肠道菌群是否也会调控防御性学习记忆,这项研究既能揭示社会行为演化机制,又为蜂群健康管理提供了新思路。”

“蜜蜂肠道菌群仅有约 10 种核心菌,结构简单且易于操纵,是理想模型。”封王江比喻道,“就像用乐高积木拼装机器,我们能清晰追踪单一菌株如何通过代谢物远程调控大脑。”该团队从蜜蜂肠道中分离出屎肠球菌和粪肠球菌,这两种肠道非核心菌能否成为蜜蜂的“记忆开关”?一场跨学科合作就此展开。

多巴胺串起无菌蜜蜂的“肠-脑对话”

为探究肠道菌群对蜜蜂防御行为的影响,该团队利用行为学、代谢组学、微生物定

殖和药理学干预等多层次技术展开协同攻关。

首先,必须排除原有菌群的干扰。无菌蜜蜂的培育就成了实验设计的核心环节,它在实验中扮演着“空白画布”的角色。这种特殊的蜜蜂群体为理解微生物与宿主行为关系提供了至关重要的对照组。

该团队通过行为学实验比较了正常蜜蜂与无菌蜜蜂的行为差异。结果出人意料,两组蜜蜂对电击的本能伸针反应无差别,但在气味-电击配对训练中,无菌蜜蜂的厌恶性学习记忆得分骤降 30%。

“这说明肠道菌群不影响防御本能,但专门调控学习可塑性。”论文共同通讯作者、中国科学院生态环境研究中心研究员葛源分析道。进一步代谢组学检测发现,无菌蜜蜂的肠道、血淋巴和大脑多巴胺水平普遍偏低。多巴胺作为古老神经递质,在蜜蜂中负责协调学习、记忆与奖赏行为,与人类系统高度相似。

团队发现,屎肠球菌和粪肠球菌含有酪氨酸脱羧酶基因,能将食物中的酪氨酸和左旋多巴转化为多巴胺。通过定殖实验,向无菌蜜蜂单独补充这两种菌后,其学习记忆能力显著恢复。

但意外的是,额外补充外源酪氨酸并未进一步增强效果。“这可能存在‘天花板效应’。”葛源推测,“肠球菌先给大脑打好健康基础,后续营养补充只是锦上添花。”为验证多巴胺的关键作用,团队使用受体抑制剂阻断信号通路,蜜蜂的认知缺陷再次出现,证实了该机制的因果性。

研究历时 3 年,其间团队攻克了多项难关:用 3D 打印技术研制伸针反应检测设备,实现精准的行为记录;建立无菌蜜蜂模型,在超净台中手工移植蜂蛹;检测单脑纳克级多巴胺,这堪比“大海捞针”。



12 月 28 日,由联合飞机集团自主研制的全球首款 6 吨级无人倾转旋翼飞行器“翎影 R6000”,在四川省德阳市完成首次飞行,标志着我国在倾转旋翼技术上实现了重要突破。

“翎影 R6000”通过倾转旋翼设计技术,实现旋翼姿态在垂直起降与高速平飞模式间的无缝、安全平稳切换,其巡航速度达到 650 公里/小时,最大航程长达 4000 公里,实用升限 7620 米,最大商载 2000 公斤。图片来源:视觉中国

发现·进展

中国科学院西双版纳热带植物园等

揭示热带森林树种多样性维持“新规”

本报讯(记者杜珊妮)近日,由中国科学院西双版纳热带植物园、南京大学等单位组成的国际研究团队,在热带森林物种多样性研究方面取得进展。团队发现,尽管全球各大洲的热带森林相距遥远,物种组成迥异,但每公顷面积的树种丰富度却遵循相同的环境规则。这一突破性认知挑战了将多样性差异主要归因于历史因素的传统解释,为了解热带地区物种丰富度的驱动机制提供了新视角。相关研究成果发表于《国家科学评论》。

热带地区拥有丰富的物种多样性,但不同区域间显著的树种多样性差异是一个长期困扰科学界的谜题。例如,美洲与亚洲的热带森林通常拥有比非洲更多的树种。传统观点认为,这种差异源于各地区不同生物地理历史和演化过程。

针对这一问题,团队整合了泛热带地区 429 个一公顷样方的调查数据,并采用随机森林模型、广义线性模型及敏感性实验等分析方法,综合分析了影响热带森林树种 α 多样性的驱动机制。研究表明,当今气候环境才是塑造局域尺度树种多样性的关键。结果显示,水分可用性是影响热带森林树种丰富度的主导因素,而土壤特性在局域尺度上同样具有显著的调节作用。这些环境因子并非独立起作用,而是通过“共同限制”效应协同塑造树种多样性。

值得注意的是,尽管各大洲在气候演变、地质历史和物种库构成上存在显著差异,其树种多样性与环境因子之间的响应模式却惊人一致。这一发现挑战了“生物地理历史和演化过程决定局地多样性”的传统认知,表明热带森林的物种多样性维持机制可能具有普适性。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1093/nsr/nwaf465>

上海交通大学医学院附属仁济医院等

构建硬皮病不同亚组分子图谱

本报讯(见习记者江庆龄)上海交通大学医学院附属仁济医院主任医师吕良敬团队联合上海交通大学个性化医学研究院教授丁显廷团队,首次揭示了系统性硬化症不同自身抗体亚型间的共性及特异分子特征,为诠释自身抗体致病作用提供了直接证据,也为实现系统性硬化症的精准分型与个体化治疗奠定了理论基础。相关研究成果近日发表于《风湿病学年鉴》。

系统性硬化症俗称硬皮病,是一种罕见的自身免疫性疾病,表现为皮肤和脏器纤维化及血管病变,发病率约为 10 万分之一。系统性硬化症是致死率最高的风湿免疫疾病之一,长期面临治疗“一刀切”困境。

研究团队根据患者自身抗体类型,将系统性硬化症划分为 7 个亚组,并为每个抗体亚组构建了系统分子图谱。结果显示,7 个亚组均存在共同致病机制,包括内皮损伤、细胞外基质沉积、I 型干扰素信号通路激活及调节性 B 细胞减少。同时,各亚组展现出独特的生物学特征,其中 ACA 亚组阳性与钙质沉着相关,ATA 亚组阳性呈现氧化应激状态,ARA 亚组阳性出现癌症相关信号通路激活、U1RNP 亚组阳性表现为染色质重塑活跃,U3RNP 与 Ku 亚组存在明显肌肉受累特征,Th/To 亚组阳性与肺动脉高压相关的代谢特征关系密切。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.ard.2025.11.020>

吉林大学

构建基于纳米颗粒的压力自适应人工突触

本报讯(记者孙丹宁)近日,吉林大学副教授李顺心等在极端环境电子器件研制方面取得进展,构建了一种基于 VO₂(M1)纳米颗粒的压力自适应人工突触(PAAS),展示了其在高压神经形态计算中的应用潜力。相关成果发表于《先进材料》。

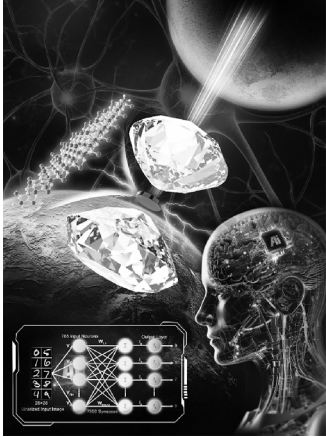
在极端环境下使用电子设备变得越来越重要。在各类极端条件下,如空间研究、地球深部探测和深海调查等,高压环境显得尤为关键。探索高压极端环境,依赖于对大量复杂数据流的获取、传输与处理,通常需要系统具备多功能模块、大容量存储,以及高带宽的数据感知、存储和计算能力。这些要求给监测系统带来了独特挑战。

团队构建了 PAAS,能在从常压到 15.1 GPa 的高压环境下稳定且高性能地工作。从 M1 相到 M1'相(高于 15.1 GPa)的相变过程中,压力抑制了 VO₂(M1)在光诱导绝缘体-金属相变中的 Peierls 路径,使得 Mott 机制占主导。得益于这一机制,PAAS 在高压下的仿生可塑性显著增强,其最大配对脉冲易化指数从 109.6%提升至 155.4%。此外,即便在地壳下部的压力环境中,PAAS 仍能保持完整的仿生学习功能。

该成果在手写数字识别任务中实现了 97%的准确率,并能基于卷积自编码器生成彩色图像的降噪与重建。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1002/adma.202516053>



压力自适应人工突触示意图。吉林大学供图

工信部人形机器人与具身智能标准化技术委员会成立

本报讯(记者高雅丽)12 月 26 日,工业和信息化部人形机器人与具身智能标准化技术委员会(以下简称标委会)成立大会在京举行。标委会主要承担人形机器人与具身智能基础共性、关键技术、部组件、整机与系统、应用、安全等领域行业标准制修订工作,秘书处设在中国电子学会。

工信部副部长柯吉欣在致辞中表示,当前成立标委会,系统推进人形机器人与具身智能标准化工作恰逢其时,要

加强高质量标准供给、构建协同发展生态、前瞻布局国际标准,提升产业国际竞争力。

中国电子学会理事长徐晓兰在致辞中表示,中国电子学会作为标委会秘书处单位,将构建“敏捷迭代”标准供给机制,强化“全链条”协同生态、深化“应用为先”贯标机制,推动建立“主导型”标准体系。

随后,标委会召开了第一届第一次全体委员会会议。

态价值、经济价值及文化价值。据介绍,2024 年 4 月,科研人员在猪血木原生地广东省阳春市三甲镇进行了加强型回归。此次活动回归的 200 株猪血木中,有 80 余株种植在大五顶林场,属于灭绝地的重建型回归。

科学时评

大四学生一年发表 40 多篇 SCI 论文,是新型学术不端吗?

■赵广立

最近,温州医科大学第二临床医学院大四学生洪某某,因大量、高频发表论文而引发关注。谷歌学术主页显示,洪某某自 2024 年 7 月以来已参与发表了近 50 篇论文,其中 44 篇发表于 SCI 收录期刊,仅以第一作者或通讯作者身份署名的文章就有数十篇。无论是发表数量还是产出速度,都远超人们对一名大四学生学术水平的正常预期。

细究不难发现,这些论文存在严重的“数据换皮+模型套用”的流水线作业痕迹。

科技自媒体“知识分子”指出,洪某某和他的合作者——大部分也是医学生,并没有在实验室做实验,而是基于公开的数据集或数据库,用几种固定的分析工具,从不同角度不断生成“新论文”。比如,多篇论文是反复统计某物质与某些疾病关系的“相关性研究”。作者的分析手段也很单一,例如,以“孟德尔随机化”作为主要分析工具的论文就有十几篇。

同样的数据库、相似的分析逻辑,只需

更换疾病的靶点数据,就能像搭积木一样拼凑出多个“新成果”。如此“研究”,价值几何?一位大学教授的批评一针见血:这类“先在数据中寻找显著性,再为结果补写假设”的做法,并非源自清晰的科学问题;即便统计学上偶然成立,也只是随机巧合的产物。

不过,利用现有数据进行分析研究就是错吗?恐怕不能这样下定论。从数据中挖掘规律,本是一种研究范式。应该看到,这位学生展现的工具运用能力、整合数据开展分析研究的能力,在人工智能(AI)时代很有价值。若能正确引导,未必不能为以后的实验性、创造性研究奠定基础。

那么问题来了,这些基于公共数据库、靠固定分析方法批量生成的论文,既没有传统学术不端中的“抄袭伪造”,又符合相关规则要求,究竟应该是技术赋能下的“研究范式变革”,还是需要警惕的“新型学术不端”?进一步地,我们该如何评价这样的“研究者”?

要回答这个问题,不能仅看表面。或

许此类行为并未构成传统意义上的学术不端,但这种低水平重复、套用模板批量生产论文的做法,会不可避免地挤占公共学术资源,对学术生态造成破坏,产生不良示范效应,应该坚决予以遏止。而学校对这类“学术投机”不加甄别地追捧,显然不妥。

特别是在生成式 AI 的时代,论文生产、学术评价以及二者的关系,正日益发生深刻的变化。近日发表于《科学》的一项研究指出,像 ChatGPT 这样的 AI 工具正在大幅增加论文产量,但并没有增加多少科学价值。此类文本数量的不断增加,也使同行评议、资金决策和科研监督变得更加复杂。作者担心,编辑和审稿人可能更难识别出有价值的投稿,而单纯的发表数量也不再能反映科学贡献。

模式化的流水线作业也好、生成式 AI 辅助也罢,它们的出现并非简单制造了一种新型学术不端,而是动摇了既有学术伦理赖以运作的技术根基。对此,中国人民大学全民阅读教育研究院院长郭英剑提出,

AI 时代的学术伦理重建“必须回到学术贡献本身”,生成式 AI 也并非学术伦理的终结者,而是一面迫使学术界重新思考“何为学术贡献”的镜子。

批量生产论文这类现象的背后,恐怕并不仅是个体行为是否失当失范——当高校将 SCI 论文数量与保研、奖励直接挂钩,当职称评定仍深陷“唯论文”的泥潭,就必然会催生“为发表而研究”的功利主义。类似温州医科大学在官网发布的“本专科学生发表 SCI、SSCI、A&HCI 收录刊物可获得 4000 元奖励”,客观上就为这种“流水线论文”提供了土壤。这与科技自立自强的时代呼声显得极不协调。

而这个代表性案例更像是大数据时代的一面“放大镜”,让我们更直观地看到,学术评价的指挥棒若指挥不当,研究者可能就此陷入“论文崇拜”、走向“学术投机”。而当“唯论文”的风吹到了本科生乃至中学生群体,高校等责任主体高喊的“破五唯”,就真的再也不能只是一句口号,而是要真刀真枪真破、必须采取实质行动了。